

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

MOTOR CONTROLLER

Patent Number: JP2002136182

Publication date: 2002-05-10

Inventor(s): KATO HIROAKI

Applicant(s): TOYODA MACH WORKS LTD

Requested Patent: JP2002136182

Application Number: JP20000328527 20001027

Priority Number(s):

IPC Classification: H02P7/06; B62D5/04; B62D6/00; H02P7/00

EC Classification:

Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To accurately estimate rotating speed &Omega of a motor, to accurately calculate an output torque command value (a command torque T) of motor, based on this estimated rotational speed value &Omega .

SOLUTION: An impedance calculating part 180 calculates impedance Z of the motor M, based on the motor temperature &Theta . A rotational speed calculation part 190 calculates the rotational speed &Omega of the motor M based on a current I, a voltage V and the impedance Z of the motor M. A command torque calculation part 200 calculates the desired torque command value T to be outputted, based on a steering torque &tau of handle calculated by a steering torque calculating part 170, a vehicle speed u calculated by a vehicle speed calculating part 160 and the rotational speed &Omega of the motor M calculated by a rotating speed calculation part 190. By accurately estimating the rotational speed &Omega using these procedures explained the command torque T can be calculated precisely. Even if the temperature &Theta of the motor M changes by a large amount, the desired auxiliary torque can be outputted.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-136182

(P2002-136182A)

(43) 公開日 平成14年5月10日 (2002.5.10)

(51) Int.Cl.⁷
H 02 P 7/06
B 6 2 D 5/04
6/00
H 02 P 7/00
// B 6 2 D 101:00

識別記号

F I
H 02 P 7/06
B 6 2 D 5/04
6/00
H 02 P 7/00
B 6 2 D 101:00

テマコード (参考)
B 3 D 0 3 2
3 D 0 3 3
5 H 5 7 0
C 5 H 5 7 1

審査請求 未請求 請求項の数 3 OL (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-328527(P2000-328527)

(71) 出願人 000003476

豊田工機株式会社

愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地

(22) 出願日 平成12年10月27日 (2000.10.27)

(72) 発明者 加藤 博章

愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工
機株式会社内

(74) 代理人 100087723

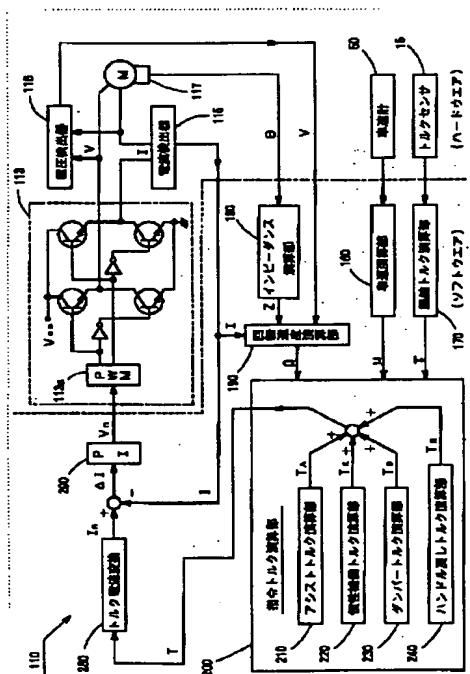
弁理士 藤谷 修

(54) 【発明の名称】 モータ制御装置

(57) 【要約】

【課題】 モータの回転速度Ωを正確に推定し、この推定値Ωに基づいてモータの出力トルクの指令値（指令トルクT）を的確に算定する。

【解決手段】 インピーダンス演算部180は、モータMのインピーダンスZをモータ温度θに基づいて算出する。回転速度演算部190は、モータMの電流I、電圧V、インピーダンスZに基づいて、モータMの回転速度Ωを算出する。指令トルク演算部200は、操舵トルク演算部170により算出されたハンドルの操舵トルクT₁や、車速演算部160により算出された車速v₁や、回転速度演算部190により算出されたモータMの回転速度Ω等に基づいて、出力すべき所望のトルク指令値Tを算出する。これらの手順により、モータの回転速度Ωを正確に推定し、よって、指令トルクTを的確に算定することができ、モータMの温度θが大きく変化した場合にも、所望の補助トルクを出力することが可能となる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 モータに流れる電流Iを測定するモータ電流測定手段と、前記モータの端子間の電圧Vを測定するモータ電圧測定手段とを有するモータ制御装置において、必要に応じて随時或いは周期的に、前記モータのインピーダンスZを測定又は推定するインピーダンス決定手段と、前記電流I、前記電圧V、及び、前記インピーダンスZに基づいて前記モータの回転速度Ωを算出する回転速度算出手段と、を有することを特徴とするモータ制御装置。

【請求項2】 前記インピーダンス決定手段は、前記モータの温度θを測定する温度センサと、前記温度θに基づいて前記モータの電気子抵抗Rを推定する電気子抵抗推定手段とを有することを特徴とする請求項1に記載のモータ制御装置。

【請求項3】 前記モータは、車両に搭載される電動パワーステアリング装置の一部であり、前記車両のステアリング・ホイールに対する操舵トルクと、前記車両の車両速度u、及び前記モータの前記回転速度Ωに基づいて、前記モータに関するトルク指令値Tを決定する出力トルク決定手段を有することを特徴とする請求項1又は請求項2に記載のモータ制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、モータ電流測定手段

$$\omega_H = \Omega / G_i$$

【数2】

$$\Omega = (V - ZI) / K_e$$

【数3】

$$Z = R + LS$$

(記号定義)

G_i : 減速比（モータとピニオン軸とのギヤ比）
K_e : モータの逆起電力定数
V : モータ電圧（実時間測定値）
I : モータ電流（実時間測定値）
Z : モータのインピーダンス
R : モータの電気子抵抗
L : モータのインダクタンス
S : 時間微分演算子（ $\equiv d/dt$ ）

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、モータの電気子抵抗Rの値は、モータの温度θに依存するため、上記の式（1）～式（3）を用いてモータの回転速度Ωやステアリング・ホイールの回転速度（操舵角速度） ω_H を推定すると、モータ温度θが所定の標準温度θ₀よりも高い場合には、モータの回転速度Ωや操舵角速度 ω_H は真の値よりも小さく推定されてしまう。また、逆にモータ温度θが標準温度θ₀よりも低い場合に

段とモータ電圧測定手段とを有するモータ制御装置と、その様なモータ制御装置を有する車載用のパワーステアリング装置（操舵力補助装置）に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来の車載用のパワーステアリング装置（アシスト・トルクを付与する操舵力補助装置）の中には、装置の重量、体積、コスト等を削減するために、モータの回転角を検出するタコメータやレゾルバ、或いは、ステアリング・センサ（操舵角センサ）等を使用せずに、モータの回転速度Ωをモータ電圧Vやモータ電流I等から推定し、この推定された回転速度Ωに基づいて、ステアリング・ホイールの回転速度（操舵角速度） ω_H を算出し、これらの推定値（Ω又は ω_H ）を出力トルクの指令値の算出等に利用する装置がある。

【0003】 これらの従来のパワーステアリング装置で用いられている「ハンドル戻しトルクT_R」の算出ロジックを図5に例示する。即ち、本図5は、従来のハンドル戻しトルク演算部（240）が実行する「ハンドル戻しトルクT_R」の演算手順を例示するブロック図である。ただし、本図5において、uは車両の走行速度である。

【0004】 この様な従来技術においては、図中の操舵角速度 ω_H は、以下の式（1）、式（2）、式（3）により算出（推定）される。

【0005】

【数1】

$$\dots (1)$$

$$\dots (2)$$

$$\dots (3)$$

は、これらの値は真の値よりも大きく推定されてしまう。

【0007】 このため、例えば、図5に例示する様な方法で「ハンドル戻しトルクT_R」を算出するパワーステアリング装置においては、上記の推定値（Ω、 ω_H ）を使用した場合、低温時にはハンドルが戻り過ぎ、高温時にはハンドルが戻り難いと言う問題が生じる。また、上記と同様に操舵角速度 ω_H を推定し、この推定値 ω_H に基づいて「ダンパー・トルクT_D」を決定するパワーステアリング装置においても同様に、低温時にはダンパーが効き過ぎてハンドルが切れ難く、高温時には逆にハンドルが切れ過ぎると言う問題が生じる。

【0008】 本発明は、上記の課題を解決するために成されたものであり、その目的は、モータの回転速度Ωを正確に推定し、この推定値Ωに基づいてモータの出力トルクの指令値（指令トルク）Tを的確に算定することができるモータ制御装置を提供することである。また、本発明の更なる目的は、この様なモータ制御装置を用いて

所望の補助トルク（指令トルクT）を出力可能なパワー・ステアリング装置を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するためには、以下の手段が有効である。即ち、第1の手段は、モータに流れる電流Iを測定するモータ電流測定手段（電流検出器）と、モータの端子間の電圧Vを測定するモータ電圧測定手段（電圧検出器）とを有するモータ制御装置において、必要に応じて随時或いは周期的に、モータのインピーダンスZを測定又は推定するインピーダンス決定手段と、上記のモータ電流I、モータ電圧V、及び、インピーダンスZに基づいてモータの回転速度Ωを算出する回転速度算出手段とを設けることである。

【0010】また、第2の手段は、上記の第1の手段のインピーダンス決定手段において、モータの温度θを測定する温度センサと、温度θに基づいてモータの電気子抵抗Rを推定する電気子抵抗推定手段とを設けることである。

【0011】更に、第3の手段は、上記の第1又は第2の手段において、上記のモータを車両に搭載される電動パワーステアリング装置の一部とし、車両のステアリング・ホイールに対する操舵トルクτ、車両の車両速度u、及びモータの回転速度Ωに基づいてモータに関するトルク指令値Tを決定する出力トルク決定手段（指令トルク演算部）を設けることである。以上の手段により、前記の課題を解決することができる。

【0012】

【作用及び発明の効果】本発明のインピーダンス決定手段によれば、必要に応じて随時或いは周期的に、モータのインピーダンスZが測定又は推定されるため、モータのインピーダンスZが経時に変化した場合にも、モータのインピーダンスZを常時正確に検知することができる。したがって、本発明によれば、上記の式（2）、（3）を用いて推定されるモータの回転速度Ωは、車両やモータが置かれた環境が変化した場合にも正確となる。

【0013】モータのインピーダンスZは、特に、モータの温度θに強く依存する。これは、モータの電気子抵抗Rがモータの温度θに強く依存するためであり、逆に、モータの温度θを温度センサにより随時検知し、この値に基づいてモータの電気子抵抗Rを推定すれば、モータのインピーダンスZは、常時正確な値となる。

【0014】従って、これらの手段によれば、上記の式（1）～式（3）を用いてモータの回転速度Ωやステアリング・ホイールの回転速度（操舵角速度） ω_h を従来よりも正確に推定することが可能となる。したがって、例えば、この様なモータ制御装置を用いたパワーステアリング装置等においては、従来と比べてより正確に所望のトルクTをステアリング・シャフト等に出力すること

が可能となる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明を具体的な実施例に基づいて説明する。ただし、本発明は以下に示す実施例に限定されるものではない。

（第1実施例）図1は、電動パワーステアリング装置100に用いられた、本第1実施例におけるモータ制御装置110のハードウェア構成図である。

【0016】ステアリングシャフト10の一端には、ハンドル（ステアリングホイール）11が取り付けられ、他端にはギヤボックス12に軸承されたピニオン軸13が結合されている。ピニオン軸13は、ギヤボックス12に嵌装されたラック軸14に噛合され、また図示していないが、このラック軸14の両端はボールジョイント等を介して図略の操向車輪に連結されている。また、ステアリングシャフト10には、アシストトルクを付与するブラシ付きの直流モータM（以下、単に「モータM」という）が、減速比G1を有する2つの歯車17を介して連結されている。

【0017】モータ制御装置110は、CPU111、ROM112b、RAM112a、駆動回路113、A/D変換器や測定信号退避レジスタ等を有する入力インターフェイス（IF）114、モータ電流Iを検出する電流検出器115、モータ電圧Vを検出する電圧検出器116、及び、モータMの近傍に配置されてモータMの温度θを検出する温度センサ117等から構成されている。また、電流検出器115、及び電圧検出器116は、チョッパ制御、或いはモータMの駆動（回転）等により発生する高周波ノイズを取り除くローパスフィルタ回路を有する。

【0018】駆動回路113は、バッテリー、PWM変換器（113a）、PMOS駆動回路等から構成され（図2参照）、公知のチョッパ制御によりモータ電流IをモータMに供給する。即ち、このモータMには、指令電圧V_oに基づいてモータ制御装置110の駆動回路113より、電流検出器115と電圧検出器116を介してモータ電流Iが供給される。

【0019】更に、ステアリングシャフト10には、運転者からステアリングホイール（ハンドル）11に加えられたマニュアル操舵力の大きさ及びその方向（操舵トルクτ）を検出するためのトルク検出器15が設けられている。

【0020】モータ制御装置110のCPU111には、ハンドルの操舵トルクτの検出に利用されるトルクセンサ15や、車速uの算出に利用される車速計50等からの出力信号（実時間測定値）や、上記のモータMに関する検出値I、V、θが入力インターフェイス（IF）114を介して入力される。CPU111は、これらの入力値から所定のトルク計算に基づいて、モータMが出力すべきトルク値（指令トルクT）を決定し、更

に、この指令トルク T に基づいて指令電流 I_n が決定される。

【0021】図2は、本実施例のモータMを駆動制御するモータ制御装置110の論理的構成を示すブロック図である。本図2のトルク電流変換部280は、指令電流 I_n を上記の指令トルク T に基づいて決定する制御ブロックであり、主に $I_n - T$ マップ(テーブルデータ)等から構成されている。この $I_n - T$ マップは、指令電流 I_n の上限値及び下限値を規定する「電流指令リミッタ」の役割をも同時に果たしている。

【0022】PI制御部290は、公知の比例積分制御(或いは、比例制御、比例積分微分制御)により、電流偏差 ΔI ($\equiv I_n - I$)に基づいて、モータMに印加すべき電圧の指令値 V_n を算出する。また、インピーダンス演算部180は、モータMのインピーダンスZをモータ温度 Θ に基づいて算出する。回転速度演算部190は、モータMの電流I、電圧V、インピーダンスZに基づく

$$T = T_A + T_K + T_D + T_R$$

【0025】図3は、上記のモータ制御装置110の制御手順を逐次実行するプログラムPGM1のゼネラルフローチャートである。本プログラムPGM1は、PWM変換器113a(図2)に対して、上記の電圧指令値 V_n を一定の周期で定期的に出力するためのものである。

【0026】本プログラムPGM1では、まず最初にステップ300により、所定の初期設定処理を実行する。ステップ310では、上記の各物理量を検出する各センサーの検出信号(V, I, Θ, τ, u)を入力する。ただし、これらの検出信号は、これらの各物理量の関連値であっても良い。例えば、本実施例においては、車速計50からは車速 u に反比例する車速パルスの周期が出力される。

【0027】また、モータ温度 Θ は、急激に変化する物理量ではないので、モータ温度 Θ を検出する周期は、他の物理量を検出する周期よりも長くても良い。したがつ

$$R = f(\Theta)$$

ただし、ここで関数 f は、モータMの温度 Θ を独立変数(引数)として、モータMの電気子抵抗 R を与える所定の関数である。この様な関数 f は、実験等により経験的に求めることができる。この様な処理により、従来よりもモータMのインピーダンスZが常時正確に決定される。ステップ350では、回転速度演算部190において、前記の式(2)に従って、モータMの回転速度 Ω を求める。

【0030】ステップ360では、指令トルク演算部200において、上記の車速 u 、操舵トルク τ 、回転速度 Ω に基づいて、後述の図4で説明する手順(サブルーチンSBR1)に従って、指令トルク T の値を求める。ステップ370では、トルク電流交換部280において、前記の $I_n - T$ マップを用いて、指令トルク T より電流指令値 I_n を求める。

づいて、モータMの回転速度 Ω を算出する。

【0023】指令トルク演算部200は、操舵トルク演算部170により算出されたハンドルの操舵トルク τ や、車速演算部160により算出された車速 u や、回転速度演算部190により算出されたモータMの回転速度 Ω 等に基づいて、出力すべき所望のトルク指令値(指令トルク T)を算出する。

【0024】指令トルク演算部200は、主に、アシスト・トルク T_A を算出するアシストトルク演算部210と、慣性補償トルク T_K を算出する慣性補償トルク演算部220と、ダンパー・トルク T_D を算出するダンパー・トルク演算部230と、ハンドル戻しトルク T_R を算出するハンドル戻しトルク演算部240等から構成されている。指令トルク演算部200は、次式(4)に従って、指令トルク T を算出する。

【数4】

$$\dots (4)$$

て、本ステップにおいて、必ずしも毎回、モータ温度 Θ を入力する必要はない。例えば、100回に1回程度の割合で、本ステップ310においてモータ温度 Θ を入力する様にしても良い。

【0028】ステップ320では、車速演算部160において、車速計50の検出信号(車速パルスの周期)に基づいて、車両の走行速度(車速 u)を算出する。ステップ330では、操舵トルク演算部170において、トルクセンサ15の検出信号に基づいて、操舵トルク τ を算出する。この演算処理では、所定のアルゴリズムにより公知のローパスフィルタ処理等も行う。

【0029】ステップ340では、インピーダンス演算部180において、前記の式(3)及び次式(5)に従って、モータMのインピーダンスZを求める。

【数5】

$$\dots (5)$$

【0031】ステップ380では、電流偏差 ΔI ($\equiv I_n - I$)を算出する。ステップ390では、PI制御部290において、公知或いは適當な所定の比例積分制御により、上記の電流偏差 ΔI に基づいて、モータMに印加すべき電圧の指令値 V_n を算出する。ステップ395では、この指令電圧 V_n の値をPWM変換器113aに連絡する。

【0032】図4に、図3のステップ360において、プログラムPGM1から呼び出され、トルク指令値 T を算出するサブルーチンSBR1のゼネラルフローチャートを示す。本サブルーチンSBR1では、まず最初に、ステップ410にて、前記の式(1)により、ステアリング・ホイール11の回転速度(操舵角速度) ω_H を求める。

【0033】ステップ420では、アシストトルク演算

部210において、公知或いは任意の適当な手順により、操舵トルク τ 、その時間微分 $d\tau/dt$ 、車速 u より、アシスト・トルク T_A を求める。即ち、例えば、アシスト・トルク T_A は、操舵トルク τ が大きくなる程、大きくなる様に設定し、また、車速 u が大きくなる程 T_A が小さくなる様に補正する。この時、操舵トルク τ の時間微分を用いて、入力信号（操舵トルク τ ）の位相を進めることで応答遅れを補償する等の補償手段を併用しても良い。

【0034】ステップ430では、慣性補償トルク演算部220において、公知或いは任意の適当な手順により、操舵トルク τ の時間微分 $d\tau/dt$ 、車速 u より、慣性補償トルク T_K を求める。直接操舵系に対してモータで操舵補助するパワーステアリング装置では、モータの慣性力は操舵に対して、減速器17の減速比の2乗に略比例した大きさで影響する。慣性補償トルク T_K はこの悪影響を補償するためのもので、この慣性補償トルク T_K を操舵系に作用させることにより、ハンドルの切り始めに操舵感が重かったり、大きく操舵した時や急ハンドル時やその直後等にハンドルがモータの慣性力により余計に切れ過ぎたりする現象を緩和若しくは解消することが可能となる。

【0035】ステップ440では、ダンバートルク演算部230において、公知或いは任意の適当な手順により、操舵角速度 ω_H 、車速 u より、ダンバー・トルク T_D を求める。このダンバー・トルク T_D は、車速の中高速領域における操舵の手応え感を出すためのトルクである。

$$\omega_H = \Omega/G_i + \alpha d\tau/dt$$

【0040】ただし、ここで、 $d\tau/dt$ は操舵トルク τ の時間微分であり、 α はトルクセンサ15が有する図略のトーション・バーのバネ定数の逆数である。即ち、この操舵速度 ω_H は、操舵トルク τ の変化量より算出されるトーション・バーのピニオン軸13に対する回転角速度（ $\alpha d\tau/dt$ ）と、前記の式（1）より算出されるピニオン軸13の回転角速度（ Ω/G_i ）の和として算出されるものである。

【0041】この様な補正手段によれば、トルクセンサ15が有する図略のトーション・バーの変形量の影響を無視することなく、前記の第1実施例よりも更に正確に操舵角速度 ω_H を算出することが可能となる。従って、ステップ410において上記の式（6）を用いれば、本発明の作用・効果をより確実に得ることができる。この様な補正は、定数 α の値が大きい場合、即ち、トーション・バーのバネ定数が比較的小さい場合に特に有効である。

【図面の簡単な説明】

【図1】電動パワーステアリング装置100に用いられた、本発明の実施例におけるモータ制御装置110のハードウェア構成図。

【図2】モータ制御装置110の論理構成を示す制御ブ

り、モータMの回転方向とは逆向きに設定する。

【0036】ステップ450では、ハンドル戻しトルク演算部240において、公知或いは任意の適当な手順により、操舵角速度 ω_H 、車速 u より、ハンドル戻しトルク T_R を求める。低速領域では、モータMをも含めた操舵系に発生する摩擦抵抗に比して路面反力（セルフアライニングトルク）が比較的小さく成ってしまう傾向がある。そこで、このハンドル戻しトルク T_R は、例えば図5に示す様に、路面反力が得られ難い低速領域において、モータMの回転方向に作用する様に設定する。

【0037】ステップ460では、前記の式（4）に従って、モータMが出力すべきトルクの指令値 T を算出する。

【0038】以上の手順により、モータの回転速度 ω を正確に推定し、この推定値 ω に基づいてモータの出力トルクの指令値（指令トルク） T を的確に算定することができる。或いは、この様なモータ制御装置を用いることにより、モータMの温度 Θ が大きく変化した場合にも、モータMにより所望の補助トルク（指令トルク T ）を出力することが可能となる。

【0039】（第2実施例）上記の第1実施例においては、操舵角速度 ω_H の算出式として、サブルーチンSBR1のステップ410（図4）において前記の式（1）を用いたが、操舵角速度 ω_H の算出式としては、式（1）の代わりに次式（6）を用いても良い。

【数6】

$$\dots (6)$$

ロックダイアグラム。

【図3】モータ制御装置110の制御手順を逐次実行するプログラムPGM1のゼネラルフローチャート。

【図4】プログラムPGM1から呼び出され、トルク指令値 T を算出するサブルーチンSBR1のゼネラルフローチャート。

【図5】ハンドル戻しトルク演算部（240）の演算方法を例示するブロック図。

【符号の説明】

M … モータ

I … モータMの電流（測定値）

V … モータMの電圧（測定値）

Z … モータMのインピーダンス

L … モータMのインダクタンス

R … モータMの電気子抵抗

Θ … モータMの温度（測定値）

K_e … モータMの逆起電力定数

Ω … モータMの回転角速度

ω_H … 操舵角速度

T_R … ハンドル戻しトルク

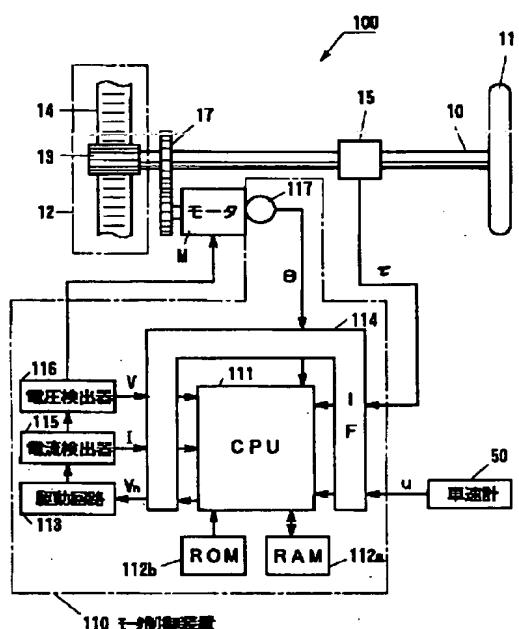
T_A … アシスト・トルク

T_K … 慣性補償トルク

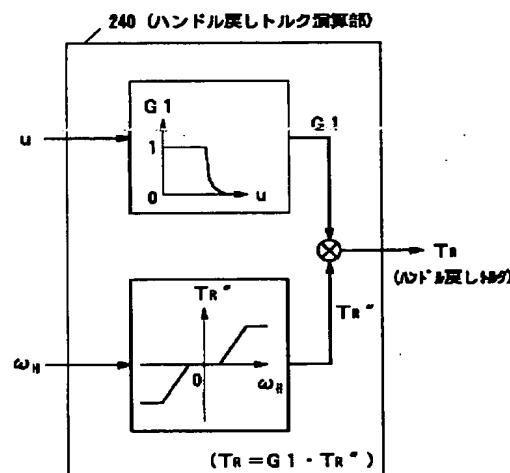
T_d … ダンパー・トルク
 T … 指令トルク (トルク指令値)
 τ … 操舵トルク (測定値)
 I_n … 指令電流 (電流指令値)
 V_n … 指令電圧 (電圧指令値)
 u … 車速 (測定値)
10 … ステアリング・シャフト

11 … ステアリング・ホイール (ハンドル)
100 … 電動パワーステアリング装置
110 … モータ制御装置
111 … CPU
200 … 指令トルク演算部
240 … ハンドル戻しトルク演算部

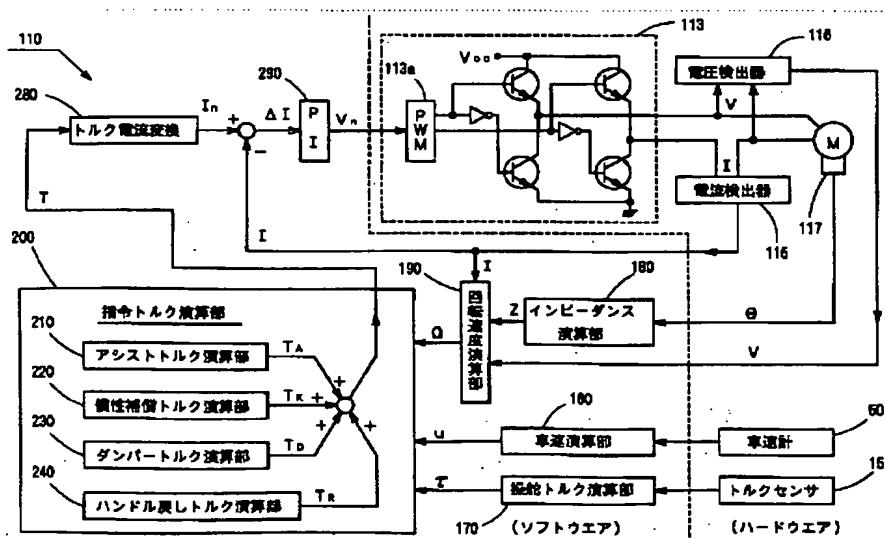
【図1】



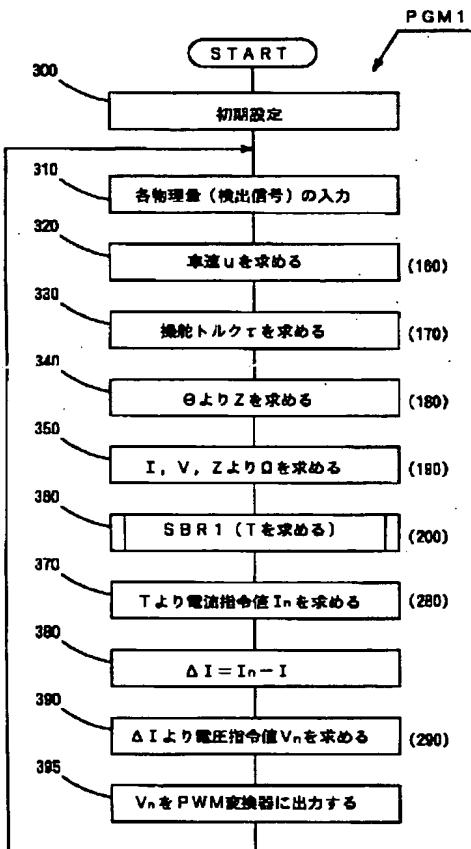
【図5】



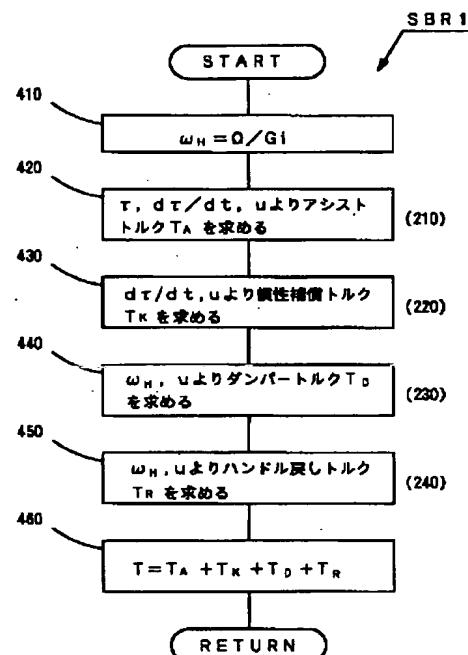
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7
B 62 D 119:00

識別記号

F I
B 62 D 119:00

テープコード(参考)

!(8) 002-136182 (P2002-13U58

Fターム(参考) 3D032 CC08 DA09 DA15 DA23 DA63
DA64 DA65 DA67 DC02 DC03
DC12 DC17 DD01 DD02 DD10
EC23
3D033 CA03 CA13 CA16 CA20 CA21
5H570 AA21 BB09 CC04 DD06 EE01
GG01 HA07 HB12 HB16 JJ03
JJ04 JJ16 JJ24 JJ26 LL02
LL03 LL17 PP02
5H571 AA03 BB07 CC04 EE02 GG03
GG04 HA08 HD02 JJ03 JJ04
JJ16 JJ17 JJ24 JJ26 JJ28
LL14 LL15 LL22 LL23 LL34
PP01